

Ca²⁺、Mg²⁺对凡纳滨对虾仔虾生存的影响

周 凯, 来琦芳, 王 慧, 黄宁宇, 么宗利

(中国水产科学研究院 盐碱地渔业工程技术研究中心, 东海水产研究所, 上海 200090)

摘要: 采用静态急性毒性试验的方法, 研究了 48 h 内水质中不同的 Ca²⁺、Mg²⁺浓度及 Ca²⁺/Mg²⁺值对凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 仔虾存活的影响。结果表明, 适宜凡纳滨对虾仔虾生存的 Ca²⁺、Mg²⁺质量浓度分别为 30.41~351 mg/L 和 8.72~863 mg/L; 最适 Ca²⁺/Mg²⁺值范围为 0.15~0.67。

关键词: 凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 仔虾; 急性毒性; Ca²⁺; Mg²⁺; Ca²⁺/Mg²⁺值; 死亡率

中图分类号: S963 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096 (2007) 07-0004-04

中国内陆有许多荒芜盐碱水域, 目前部分地区已成功利用开展了水产养殖业, 故受到越来越多的关注。盐碱水不同于海水, 具有其特殊的复杂性, 其中 Ca²⁺、Mg²⁺浓度过高或过低, Ca²⁺/Mg²⁺值严重失调是盐碱水型的一大特点, 有关 Ca²⁺、Mg²⁺浓度对水生生物的影响研究不多。王慧等^[1]研究了水环境中 Ca²⁺、Mg²⁺和 Ca²⁺/Mg²⁺对中国对虾仔虾生存及生长的影响; 徐国成等^[2]研究了 Ca²⁺、Mg²⁺对长毛对虾仔虾生长和成活率的影响; 臧维玲等^[3]报道了 Ca²⁺、Mg²⁺及 Ca²⁺/Mg²⁺值对中华绒螯蟹育苗出苗率的影响; 董双林等^[4]研究了 Ca²⁺对沼虾生长和育苗的影响等。而关于 Ca²⁺、Mg²⁺浓度及 Ca²⁺/Mg²⁺值对凡纳滨对虾仔虾的生存影响尚未进行过探讨。

作者采用静态急性毒性试验的方法, 研究了水质中 Ca²⁺、Mg²⁺浓度及 Ca²⁺/Mg²⁺值对凡纳滨对虾 (*Litopenaeus vannamei*) 仔虾生存的影响, 以期对盐碱地水产养殖提供更多的理论依据。

1 材料与方法

1.1 材料

本试验所用的凡纳滨对虾仔虾购自上海市东海水产研究所养殖场, 全长约在 1 cm, 选择健康、个体大小较一致的仔虾作为试验对象。试验前仔虾先淡化至试验所需的盐度范围, 暂养于容积为 60 L 的玻璃缸中。

1.2 试验设计

根据预备试验的结果, Ca²⁺组试验水的盐度设置

为 6, Mg²⁺组试验水的盐度设置为 3。Ca²⁺、Mg²⁺浓度分别设置 13 个梯度组, 其中 Ca²⁺试验组的 Mg²⁺质量浓度均为 207 mg/L, 与盐度为 6 的海水 Mg²⁺的含量一致。Mg²⁺试验组的 Ca²⁺质量浓度以 34.5 mg/L 为基准, 与盐度为 3 的海水 Ca²⁺含量一致。每组试验仔虾数为 20 尾, 仔虾放在一次性塑料杯中, 试验容量为 200 mL, 每个杯子放一尾, 水温 22~24 ℃。试验设 2 个平行组, 以 48 h 的死亡率 (触动 5 s 无反应为死亡标准) 作为试验观察指标, 进行统计^[5]。

试验用水的配置参考朱树屏^[6]人工海水 B 配方。以正常海水的 Ca²⁺、Mg²⁺含量为基准浓度, 高 Ca²⁺、Mg²⁺浓度组的配置是采用过滤自来水添加化学试剂的方法, 低 Ca²⁺、Mg²⁺浓度组的配置采用蒸馏水添加化学试剂的方法。先配制无 Ca²⁺或无 Mg²⁺人工海水, 再根据试验设计要求添加分析纯 CaCl₂·2H₂O 和 MgCl₂·6H₂O, 对照组的试验用水采用大洋海水调配 (表 1)。各试验组的 pH 值的范围为 8.0 左右。

收稿日期: 2004-12-11; 修回日期: 2005-04-10

基金项目: 科技部成果转化项目 (EFN216900365); 上海市农业四新技术推广项目 (041-5-5)

作者简介: 周凯 (1969-), 男, 上海市人, 副研究员, 从事水产动物养殖技术的研究; 王慧, 通讯作者, 电话: 021-65684655,

E-mail: wanghui55@163.com

表1 Ca²⁺、Mg²⁺的浓度梯度设置

Tab. 1 Design of different calcium and magnesium group concentrations

离子	离子质量浓度 (mg/L)													
	组 别													
	0*	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Ca ²⁺	68.9	0	3.45	6.9	13.8	20.7	48.3	68.9	138	552	1104	2208	3312	6624
Mg ²⁺	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207	207
Ca ²⁺ / Mg ²⁺	0.33	0	0.02	0.03	0.07	0.1	0.23	0.33	0.67	2.66	5.33	10.67	16	32
Mg ²⁺	103.6	0	1.04	2.07	5.36	51.75	103.5	414	724.5	1552	2070	3105	3623	4140
Ca ²⁺	34.46	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
Ca ²⁺ / Mg ²⁺	0.33	-	33.3	16.7	6.44	0.67	0.33	0.08	0.05	0.02	0.017	0.011	0.009	0.008

注：*为对照组

2 结果

2.1 Ca²⁺的急性毒性

凡纳滨对虾仔虾在不同浓度 Ca²⁺的急性中毒形式表现为双向剂量反应(图1)。死亡率随着浓度上升而下降,又随着浓度的上升而上升。在 Ca²⁺质量浓度为 48.3 mg/L 以下,死亡率逐渐增加,但在缺 Ca²⁺的前提下,仍有 20%的仔虾能够存活;另外在 Ca²⁺高于正常海水 48 倍的环境中仍有 30%的仔虾存活;对照组的存活率为 100%。

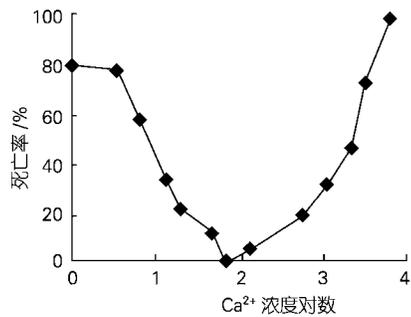


图1 不同 Ca²⁺质量浓度对仔虾生存的影响

Fig.1 Effects of Ca²⁺concentration on survival of larva

采用机率回归方法分析,得出低 Ca²⁺组的 LC₅₀为 7.086 mg/L,而高 Ca²⁺组的 LC₅₀为 1 580 mg/L。低 Ca²⁺组与高 Ca²⁺组之间的 LC₁₀则为仔虾生存的适宜范围,即质量浓度范围为 30.41~351 mg/L。而低

Ca²⁺组的 LC₉₀即最低耐限值为 1.0158 mg/L,高 Ca²⁺组 LC₉₀即最高耐限值为 9 958 mg/L。

2.2 Mg²⁺的急性毒性

凡纳滨对虾仔虾在低 Mg²⁺水环境中表现出极强的耐受性(图2)。Mg²⁺质量浓度在 0~51.75 mg/L 范围内,仔虾的平均死亡率为 10%~20%;Mg²⁺质量浓度在 51.75~1 552 mg/L 范围内仔虾无任何中毒反应,存活率超过 95%以上;而 Mg²⁺质量浓度超过 1 552 mg/L,则随着质量浓度的升高,死亡率明显上升,Mg²⁺质量浓度 3 105 mg/L,死亡率接近 50%,Mg²⁺质量浓度达 4 140 mg/L,仔虾在 24h 即全部中毒死亡;对照的存活率为 100%。通过机率回归方法分析,Mg²⁺试验组的 LC₅₀和 LC₉₀分别为 2 707 和 4 066 mg/L。

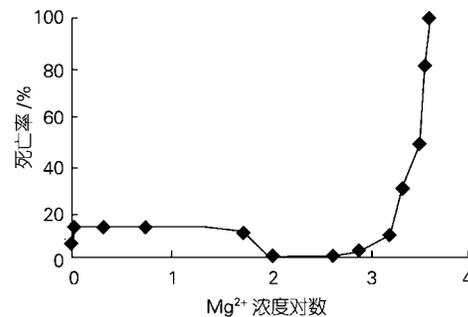


图2 不同 Mg²⁺质量浓度对仔虾生存的影响

Fig.2 Effects of Mg²⁺concentration on survival of larva

3 小结与讨论

3.1 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 质量浓度

急性毒性试验结果表明,凡纳滨对虾仔虾可以在 Ca^{2+} 质量浓度高于正常海水 16 倍的水环境中生存,而在低于正常海水的水中的耐受力较差,在本试验设计的范围内凡纳滨对虾仔虾 Ca^{2+} 的适宜范围为 30.41~351 mg/L,最低耐限值为 1.015 8 mg/L,最高耐限值为 9 958 mg/L。而 Mg^{2+} 试验的结果与 Ca^{2+} 不一样,在 Mg^{2+} 质量浓度为 8.72~863 mg/L,凡纳滨对虾仔虾较为适宜,凡纳滨对虾仔虾对低质量浓度的 Mg^{2+} 耐受力极强,甚至在不含 Mg^{2+} 的水中,48 h 的存活率超过 90%。但凡纳滨对虾仔虾对高质量浓度的 Mg^{2+} 的耐受力较差,当水质中 Mg^{2+} 质量浓度高于正常海水 20 倍以上时,死亡率急剧增加, Mg^{2+} 质量浓度高于正常海水 40 倍,不能存活,凡纳滨对虾仔虾对 Mg^{2+} 最高耐限值为 4 066 mg/L。

王慧等^[1]曾研究过不同质量浓度下的 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 对中国对虾的影响,试验结果表明中国对虾对 Ca^{2+} 质量浓度适应范围为 24.92~280.66 mg/L,最低和最高耐受量分别为 0.37 和 1 381.19 mg/L,如将中国对虾与凡纳滨对虾相比较,两者对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 的适宜范围基本相仿,而凡纳滨对虾在高 Ca^{2+} 、高 Mg^{2+} 水环境中的耐受能力较中国对虾强,分析其两者的差异性,可能是凡纳滨对虾比中国对虾更能适应高盐度的水质有关^[7],由此可以说明,凡纳滨对虾对 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 质量浓度的适应范围比中国对虾更广,是更为优良的养殖品种。

3.2 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值

对 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值的分析,作者认为 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值对对虾养殖来说也是个重要的参数。试验结果证实,即使 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值相同,在 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量不一样的情况下,对对虾的影响是不一样的,甚至是截然相反的。当 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值为 0.02 时, Ca^{2+} 梯度组 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量为 210.45 mg/L,仔虾的死亡率高达 77.5% (图 3);而 Mg^{2+} 梯度组 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量为 1 559.4 mg/L,仔虾的死亡率只有 10% (图 4)。同样,在 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值为 16 左右的情况下, Ca^{2+} 梯度组 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量为 3 519 mg/L,仔虾的死亡率高达 77.5% (图 5);而 Mg^{2+} 梯度组 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 总量为 71.02 mg/L,仔虾的死亡率只有 10% (图 6)。从试验结果可以得出:适宜凡纳滨对虾仔虾生存的 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值在 0.15~0.67 之间,这

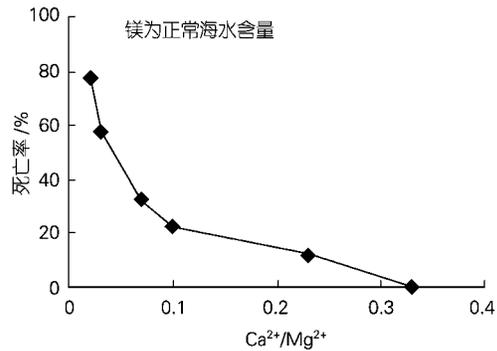


图3 不同 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值下的 (低 Ca^{2+}) 仔虾死亡率

Fig.3 Effects of $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (low Ca^{2+}) on mortality of larva

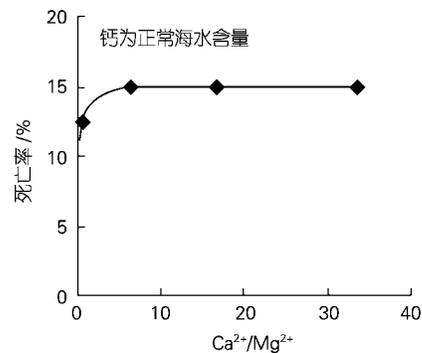


图4 不同 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值下的 (高 Mg^{2+}) 仔虾死亡率

Fig.4 Effects of $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (high Mg^{2+}) on mortality of larva

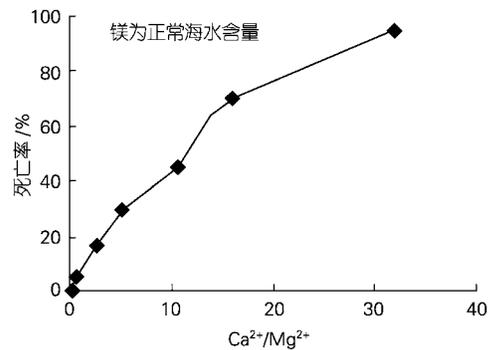


图5 不同 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值下的 (高 Ca^{2+}) 仔虾死亡率

Fig.5 Effects of $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (high Ca^{2+}) on mortality of larva

与臧维玲等^[3]对河蟹的研究结果较为一致, Ca^{2+} 、 Mg^{2+}



两种离子对仔虾生存的影响是相互的,对 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 值来说, Ca^{2+} 浓度起了主导作用。

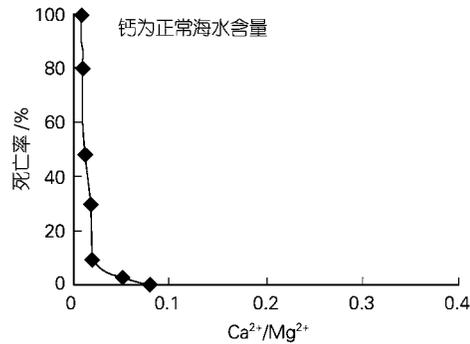


图6 不同 $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ 比值下的 (低 Mg^{2+}) 仔虾死亡率
Fig.6 Effects of $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ (low Mg^{2+}) on mortality of larva

3.3 盐度

王慧等^[1]研究了不同盐度(3, 6, 10)下 Ca^{2+} 浓度对中国对虾成活率的影响,结果表明,不同盐度下 Ca^{2+} 浓度对中国对虾生存影响的趋势基本一致。不同盐度下 Ca^{2+} 浓度对中国对虾生存影响的方差分析表明,盐度设置对中国对虾成活率的影响没有显著性差异,只与 Ca^{2+} 浓度比例设置有关;盐度与 Ca^{2+} 浓度之间的相互作用对中国对虾成活率的影响也没有显著

性差异。本试验设计中由于 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 浓度的比例不同而引起的盐度变化在凡纳滨对虾生长的适应范围内,因此,盐度变化对凡纳滨对虾存活的影响可以忽略不计。

通过试验,可以知道水中其它离子如 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等对对虾存活都有不同程度的影响,相比较而言, Ca^{2+} 的影响较大。针对盐碱地水型众多,各离子比例不似海水那样稳定,应根据具体水质采取相应的措施,才能进行水产养殖。

参考文献:

- [1] 王慧,房文红,来琦芳. 水环境中 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 对中国对虾生存及生长的影响[J]. 中国水产科学, 2000,7(1):82-86.
- [2] 徐国成,李庭古,李士虎,等. Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 对长毛对虾仔虾生长和成活率的影响[J]. 现代渔业信息, 2002,17(4):18-20.
- [3] 臧维玲,江敏,沈林华,等. 中华绒螯蟹育苗用水中 Mg^{2+} 与 Ca^{2+} 含量及 $\text{Mg}^{2+}/\text{Ca}^{2+}$ 对出苗率的影响[J]. 水产学报, 1998,22(2):111-116.
- [4] 董双林,堵南山,赖伟. pH 和钙浓度对日本沼虾生长和能量收支的影响[J]. 水产学报 1994,18(2):118-123.
- [5] 周永欣,章宗涉. 水生生物毒性试验方法[M]. 北京:农业出版社,1989.52-143.
- [6] 湛江水产专科学校. 海洋饵料生物培养[M]. 北京:农业出版社,1980.212.
- [7] 陈永乐,张亮森,朱新平,等. 凡纳滨对虾的生物学及其养殖技术要素[J]. 淡水渔业, 2003,33(1):54-56.

Acute toxicity effects of calcium and magnesium on larva of *Litopenaeus vannamei*

ZHOU Kai, LAI Qi-fang, Wang Hui, HUANG Ning-yu, YAO Zong-li

(Engineering Research Center for Saline-alkali Water Fisheries, East China Sea Fisheries Institute, Chinese Academy of Fishery Sciences, Shanghai 200090, China)

Received: Dec., 11, 2004

Key words: toxicity; *Litopenaeus vannamei*; larva; Ca^{2+} ; Mg^{2+} ; $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$; mortality

Abstract: Acute toxicity test (48 h) was used to study the effects of the different concentrations of Ca^{2+} , Mg^{2+} and $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ on survival of larva of *Litopenaeus vannamei*. The results indicate that larva would survive in better seawater with concentration of Ca^{2+} 30.41~351 mg/L and Mg^{2+} 8.72~863 mg/L. When $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ equals 0.15~0.67, the survival rate would rise more than other rates, when the concentration of $\text{Ca}^{2+}+\text{Mg}^{2+}$ approaches that in the seawater, the mortality of shrimp is the lowest. (本文编辑:张培新)